

|         |                      |
|---------|----------------------|
| 学位授与番号  | 医博乙第1204号            |
| 学位授与年月日 | 平成4年12月2日            |
| 氏名      | 酒井 康一郎               |
| 学位論文題目  | 力学的刺激による骨形成に関する実験的研究 |

|        |    |    |       |
|--------|----|----|-------|
| 論文審査委員 | 主査 | 教授 | 富田 勝郎 |
|        | 副査 | 教授 | 中西 功夫 |
|        |    | 教授 | 中沼 安二 |

## 内容の要旨および審査の結果の要旨

骨形成に力学的刺激が関与していることは明らかであるが、これらの量的関係についてはいまだ不明である。この量的関係を明らかにするために家兎脛骨に力学的刺激を与え、その際に生じるひずみを3次元有限要素法により解析し、これと力学的刺激に対する骨形成を組織形態学的に比較検討した。

まず荷重量の調節が可能な力学的刺激装置を製作した。モーターとカムを利用したこの装置は0.5Hzの矩形波の間欠的荷重を与えることが可能である。次に30羽の家兎脛骨に直径2mmのステンレス製ピンを70mm間隔で2本刺入し、その中央に直径3mmの円孔を作成した。このピンを力学的刺激装置に接続し、長軸方向に55N（家兎の体重の約2倍）の間欠的軸方向圧縮荷重を1日1時間毎日与えた。荷重を与えない間は創外固定器によりピンを固定し、さらに下肢をギプス固定して運動を抑制した。2, 4, 6週間後に屠殺し脱灰および非脱灰標本を作成した。

荷重時の脛骨の外骨膜面、骨皮質内部、および内骨膜面におけるひずみ分布を求めるために3次元有限要素法解析を用いた。要素数は176、接点数は1346、ヤング率は15GPa、ポアソン比は0.3であった。その結果、円孔より離れた部位には約100  $\mu\text{strain}$ の圧縮ひずみが生じており、また円孔辺縁には応力およびひずみ集中により0～800  $\mu\text{strain}$ の圧縮ひずみと0～300  $\mu\text{strain}$ の引張ひずみが生じていた。

これらの3次元有限要素法の解析結果と組織像を比較すると、刺激後2週間で300～800  $\mu\text{strain}$ の圧縮ひずみを生じた部位に早期に骨形成を認め、0～300  $\mu\text{strain}$ の圧縮ひずみと0～300  $\mu\text{strain}$ の引張ひずみを生じた部位には骨形成を認めなかった。（ $\chi^2$  test,  $P<0.001$ ）。間欠的軸圧負荷を与えなくても4～6週間後には骨形成が生じたが、同時に皮質骨の骨粗鬆化を生じた。刺激群では6週間後でも骨粗鬆化を生じなかった。以上より、骨形成と骨吸収の平衡状態より骨形成に移行するひずみ量は300～800  $\mu\text{strain}$ の圧縮ひずみの間にあり、100～300  $\mu\text{strain}$ の圧縮ひずみは骨吸収を抑制することが示唆された。

以上より本研究は、力学的刺激と骨形成の関係を定量的に証明したものであり、骨折の治療や人工関節の開発のうえで貴重な知見を提供する労作であると考えられた。